

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000268980
PUBLICATION DATE : 29-09-00

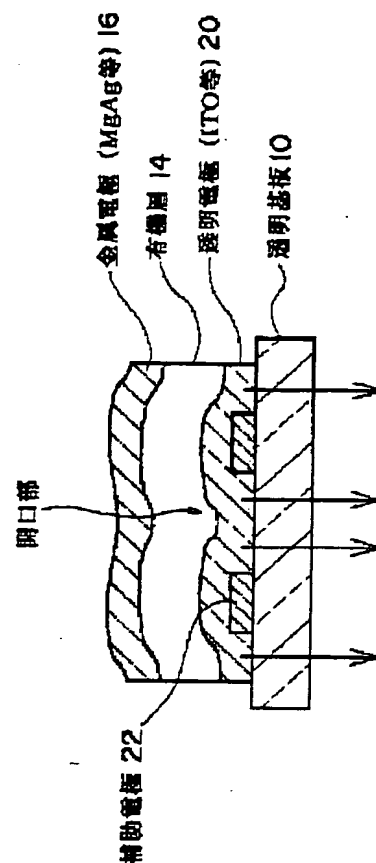
APPLICATION DATE : 19-03-99
APPLICATION NUMBER : 11075972

APPLICANT : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB
INC;

INVENTOR : TAGA YASUNORI;

INT.CL. : H05B 33/28 H01L 33/00 H05B 33/14
H05B 33/24

TITLE : ORGANIC ELECTROLUMINESCENT
ELEMENT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent an element from being deteriorated due to heat generation of a transparent electrode of an organic electroluminescent element.

SOLUTION: In this organic electroluminescent element having a transparent electrode 20, an organic layer 14 containing a luminous layer and a metal electrode 16 at least on a transparent substrate 10, an auxiliary electrode 22 electrically connected to the transparent electrode 20 and formed of highly conductive metal thin film is further provided. When an opening will be disposed on the auxiliary electrode 22 so as to sufficiently emit light from an element to outside, various patterns can be applied. This auxiliary electrode 22 can reduce the Joule heat generated by carrying high current through the transparent electrode 20 utilizing a high-resistant transparent conductive material and element characteristics can be prevented from being deteriorated due to heat. When a highly conductive material will be used as the auxiliary electrode 22, the auxiliary electrode 22 can be provided with a function for radiating heat. In addition, the auxiliary electrode can be applied to a micro-light resonating organic electroluminescent element provided with a dielectric mirror.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-268980

(P2000-268980A)

(43) 公開日 平成12年9月29日 (2000.9.29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード* (参考)
H 0 5 B 33/28		H 0 5 B 33/28	3 K 0 0 7
H 0 1 L 33/00		H 0 1 L 33/00	E 5 F 0 4 1
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	A
33/24		33/24	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-75972

(22) 出願日 平成11年3月19日 (1999.3.19)

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1

(72) 発明者 時任 静士

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 野田 浩司

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

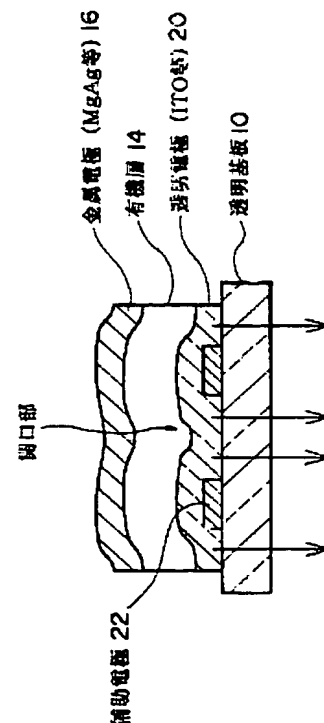
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子

(57) 【要約】

【課題】 有機E L素子の透明電極発熱による素子劣化。

【解決手段】 少なくとも透明基板10上に、透明電極20、発光層を含む有機層14及び金属電極16を有する有機E L素子において、さらに透明電極20に電気的に接続され高導電率な金属薄膜から形成された補助電極22を設ける。補助電極22は素子からの発光光を外部に十分射出できるように開口部を備えれば様々なパターンが適用できる。この補助電極22により、高抵抗の透明導電性材料を用いた透明電極20に大電流を流すことで発生するジュール熱を低減でき、熱による素子特性劣化の防止が図られる。補助電極22として熱伝導性も高い材料を用いれば補助電極22に放熱機能を発揮させることもできる。また、誘電体ミラーを備える微小光共振型有機E L素子でも補助電極は同様に適用できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に、透明電極と、発光層を含む有機層と、金属電極を備える有機電界発光素子であって、透明導電性材料が用いられた前記透明電極と電気的に接続され、高導電性材料を用いて形成された補助電極を備えることを特徴とする有機電界発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、有機電界発光素子（以下有機EL素子という）、特に、素子の有機層に電荷を注入するための透明電極に関する。

【0002】

【従来の技術】有機EL素子は、蛍光性の有機層を2つの電極で挟んだ構造を備えた自発光性の素子であり、次世代の平面光源やフラットディスプレイ素子として注目され研究が進められている。有機層を挟む電極の一方から電子を注入し、他方の電極から正孔を注入して、電子と正孔が有機層内で再結合すると、有機分子が励起され、基底状態に戻る際に発光するという原理を利用している。

【0003】現在知られている有機EL素子では、例えば図6(a)に示すように透明ガラス基板上に透明電極材料としてITO(Indium Tin Oxide)等が用いられた透明電極、多層からなる有機層、導電性金属材料からなる金属電極がこの順に積層されている。有機層は、正孔輸送層、発光層、電子輸送層の3層構造が知られている。また、図6(b)に示すように有機層の発した光を透明ガラス基板と透明電極との間に誘電体ミラーを設けることによって共振させ、特定波長を増幅し、高い指向性の光を素子外に射出する微小光共振型の有機EL素子も知られている。

【0004】有機層として現在知られている有機化合物材料を用いて試作した有機EL素子では、電極間に10V程度の電圧を印加したとき数千cd/m²以上の発光輝度が得られている。一般には実用輝度100～300cd/m²程度で平面ディスプレイへの実用化が進められている。また、素子発光色も三原色発光（青・赤・緑）の実現が可能となっており、VGA(Video Graphics Array)対応のフルカラーディスプレイも試作されている。このようなディスプレイの用途において通常の駆動条件は数mA/cm²であり、透明電極に用いられているITOなどの透明導電性材料が比較的高抵抗であることによる透明電極の配線抵抗は問題にならない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】有機EL素子は熱による特性劣化があり、素子自身の発生する熱により劣化が加速されることが知られている。

【0006】上述のように一般のディスプレイとして用いる場合には素子に流す電流密度も数mA/cm²でありそれほど問題にはならない。しかし、数千cd/m²

レベルの高輝度で発光させる用途の場合、素子に大電流を流さねばならない。例えば、液晶ディスプレイの高輝度バックライトとしてこの素子を用いる場合には、このような高輝度での発光が要求される。現在研究されている最も効率の良い素子でも100mA/cm²近い大電流を素子に流さなければならない。このように通常の駆動条件10mA/cm²以下に対し、異常に大きい電流を流すと、透明電極におけるジュール熱の発生が避けられない。

【0007】透明電極の透明導電性材料として多用されるITOは抵抗率が $2 \times 10^{-4} \Omega \cdot m$ であり、Auなどの金属と比べると2桁以上も大きい。本出願の出願人が行った加速試験により、10倍の駆動電流下での素子寿命が1/100になってしまうことが判明している。従って、平面発光素子などの用途においても十分な寿命を実現するには、ジュール熱の発生を抑制することが求められる。

【0008】上記課題を解決するために、この発明は、ジュール熱の発生を抑制可能な有機EL素子を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためにこの発明は、基板上に、透明電極と、発光層を含む有機層と、金属電極を備える有機電界発光素子であって、透明導電性材料が用いられた前記透明電極と電気的に接続され、高導電性材料を用いて形成された補助電極を備えることを特徴とする。

【0010】透明電極の材料は透明であることが条件とされるため、高抵抗材料を使わざるを得ないことが多く、大電流を流した場合にジュール熱の発生が起こる。しかし、高導電性材料からなる補助電極を設けてこれを透明電極に電気的に接続すれば、例えば補助電極が薄膜で構成されていても、透明電極の電気的な断面積が増大することとなり、抵抗を低下させることができる。よって、大電流供給時に透明電極でのジュール熱発生を抑制できる。また補助電極材料として、高導電率かつ熱伝導性の高い材料を用いれば、放熱機能も発揮させることができ、大電流によって熱が発生しても、放熱され素子での温度上昇が防がれる。

【0011】本発明において、補助電極は素子からの発光光を射出（素子外部に射出）可能な程度の開口部を備えることが好適である。この開口部の存在により透明電極の形成全面が補助電極に覆われることはなく、補助電極の合計占有面積は有機EL素子の発光領域面積を超えない。このため、補助電極が不透明な金属材料から形成されていても、有機層からの発光光が完全に遮られることはない。開口部を有する補助電極の平面パターンとしては、例えばストライプ状、グリッド状、網目状、柵状など様々なパターンを採用することができる。

【0012】また、本発明の有機EL素子は、透明基板

上に、透明電極、有機層及び金属電極を備え、さらに透明電極と透明基板との間に誘電体ミラーを備える微小光共振器構造でもよく、この場合にも、透明電極に電気的に接続された上記のような補助電極の存在により素子の寿命を延ばすことが可能となる。光共振器型の有機EL素子は、射出光の指向性が高く、ディスプレイの他にも大電流が流される全面発光の面光源などとしての利用が考えられる。よって、補助電極を設けることで透明電極におけるジュール熱の発生が抑制されることにより、より高輝度長寿命のディスプレイや面光源などを実現することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いてこの発明の好適な実施の形態（以下実施形態という）について説明する。

【0014】【実施形態1】図1は、この発明の実施形態に有機EL素子の概略断面構造を示している。本実施形態の有機EL素子は、ガラス等の透明基板10上に、ITOなどの透明電極材料を用いた透明電極20、発光層を含む有機層14及びMgAg等の金属材料を用いた金属電極16がこの順に形成されている。

【0015】透明電極20と透明基板10の間には、高導電率材料からなる補助電極22が形成され、この補助電極22を覆ってすぐ上に透明電極20が形成されているため、補助電極22は、透明電極20に電気的に接続されている（一部の領域でコンタクトしている構成も採用可能）。補助電極22に用いられる高導電率材料は、例えばA1等の高導電率の金属材料を薄膜状に形成し、それを開口部を有する所定のパターンとして構成されている。一般的に高導電率材料である金属材料は不透明であるが、本実施形態では不透明な金属薄膜を所望の開口部を有するパターンとし、これを補助電極22として用いることで、補助電極22が不透明でも有機EL素子の発光光を十分外部に射出することを可能としている。

【0016】補助電極22のパターンとしては、透明電極20の形成領域中において、例えば、図2(a)に示

すようなグリッド状又は網目状パターンとしたり、図2(b)に示すようなストライプ状パターンでもよく、さらに図2(c)に示すような櫛状パターンなどを採用することができる。また図2に示すパターンには限られないが、いずれのパターン形状の場合にも、補助電極22が、透明電極形成領域、特に素子の有効発光領域において少なくとも一部が開口部を有し、補助電極22の素子内での合計占有面積が素子の発光領域面積（＝透明電極と金属電極とが有機層を挟んで重なっている領域）を超えないように設定される。

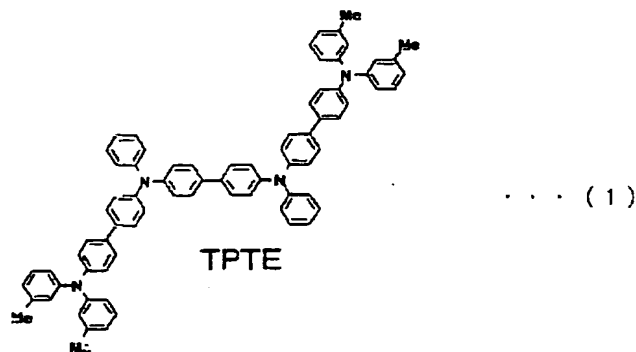
【0017】透明電極20に電気的に接続された補助電極22により、透明電極20の断面積が増加することによって抵抗が低減されるため、素子に大電流を流しても、透明電極20でのジュール熱の発生を低減することが可能となる。また、補助電極22を構成する上記A1等は高導電率であると共に、通常熱伝導率が良いため、透明電極20で発熱しても、この補助電極22によって素子外へ放熱させることが可能となる。このように、補助電極22により透明電極20におけるジュール熱発生の抑制及び放熱が行われるため、素子の熱による劣化を抑制して、長寿命の素子とすることが可能となる。

【0018】

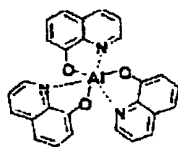
【実施例1】次に、実施例1として実施形態1に係る素子を実際に形成し、評価した結果について説明する。図1に示すような素子において、補助電極22として図2(a)のようなグリッド状パターンのA1薄膜を用い、陽極として用いる透明電極20にはITOを用いた。有機層14は、正孔輸送層と発光層との二層構造を採用し、各層を600Åこの順に透明電極20上に形成した。正孔輸送層には下記化学式(1)に示すようなトリフェニルアミン四量体(TPTE)を用い、発光層には下記化学式(2)に示すアルミキノリノール錯体(A1q)を用いた。陰極として用いる金属電極16にはMgAg合金を用いた。

【0019】

【化1】



【化2】



Alq3

... (2)

また、比較例1として図1と同じ構成で補助電極のみ存在しない素子を作成し、この比較例1の素子と、上記実施例1の素子に対し、 100 mA/cm^2 の駆動電流を5時間流して発光させたところ、素子の輝度の経時変化は図3のようになった。比較例1のように補助電極のない素子では、時間の経過につれて輝度が低下し5時間経過すると、駆動開始時 3000 cd/m^2 あった輝度は半分以下にまで低下している。つまり、比較例1の素子の半減寿命は上記条件下で3.5時間程度である。

【0020】これに対し、実施例1の補助電極を有する素子の場合、駆動開始から1時間までの期間中において 3000 cd/m^2 から 2400 cd/m^2 程度に輝度が低下するが、それ以後5時間経過時まで輝度の低下は非常に緩やかである。そして、5時間経過後、実施例1の素子では 2200 cd/m^2 程度の輝度が得られており、素子の半減寿命は10数時間以上であることが理解できる。

【0021】図3の比較から明らかなように、高導電率材料を用いた補助電極を形成することで、発熱による素子の特性劣化が抑制され、より長寿命の素子を得ることが可能となる。

【0022】〔実施形態2〕本実施形態2では、誘電体ミラーを有する微小光共振型有機EL素子において、上記実施形態1と同様に補助電極を備えている。図4は、本実施形態2に係る微小光共振型有機EL素子の一構成例の概略断面を示している。この素子は、ガラス等の透明基板10上に、まず屈折率の異なる層が複数積層された誘電体ミラー30が形成され、該誘電体ミラー30上に、実施形態1と同様に補助電極22及び透明電極20、その上に有機層14、金属電極16がこの順に形成されている。

【0023】ITOなどが用いられた比較的高抵抗な透明電極20に対し、補助電極22は、上記実施形態1と同様、Alなどの導電性に優れた金属薄膜を用いて構成される。有機層14は、例えば、正孔輸送層及び発光層（電子輸送層兼用の発光層）がこの順に形成されて構成され、金属電極16は実施形態1と同様にMgAg等が用いられる。

【0024】微小光共振型有機EL素子では、誘電体ミラー30と金属電極16との間隔（実際には光学長L）で規定される特定の共振波長の光が増幅されて素子外に放射される。従って、透明電極20の厚みは、所定の光学長Lの条件を満たすように制限を受けることとなり、十分抵抗が低くなるような厚さを設定できない。しかし、本実施形態2のように透明電極20に電気的に接続

された高導電率の補助電極22を設ければ、この補助電極22が薄くても透明電極20の見かけ上の断面積を増大でき、抵抗を下げる効果を有する。従って、補助電極22によって透明電極20の抵抗を低減させることは、高輝度の光共振型有機EL素子を得る上で非常に有利である。また、補助電極22には熱伝導率の良い金属材料を用いることができるため、熱の発生を抑制するだけでなく、発生したジュール熱をこの補助電極22によって素子外へ放射することも可能となる。

【0025】

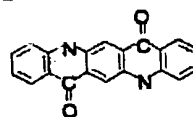
【実施例2】次に、実施例2として実施形態2に係る素子を実際に形成し評価した結果について説明する。実施例2では、図4に示すような断面構造を有する素子を用い、図5のような単純マトリクス型のディスプレイ（単色）を作成した。

【0026】基板10にはガラスを用い、このガラス基板10上に誘電体ミラー30として SiO_2 と TiO_2 が交互に積層されたミラーを形成した。誘電体ミラー30上に、補助電極22として $1000\text{ \AA}$ の厚さのAl薄膜をストライプ状パターンに形成し、これを覆うようにITOからなる透明電極20を約 $1200\text{ \AA}$ の厚さに形成し、エッチングしてストライプ状パターンとした。

【0027】次に、透明電極20を覆う基板全面に、正孔輸送層として上記式(1)に示すトリフェニルアミン四量体(TPTE)を $800\text{ \AA}$ 形成した。次に、電子輸送層兼用発光層として、下記化学式(3)に示すキノクリドン(Qd)をドーピングした上記式(2)に示すアルミキノリノール錯体(Alq) $200\text{ \AA}$ と、Alqだけを $500\text{ \AA}$ 形成し、最後に金属電極16としてMgAgを形成し、ストライプ状の透明電極16と直交するストライプ状パターンとし図5のような構成を得た。

【0028】

【化3】



Qd

... (3)

このような有機EL素子に対して5Vの直流電圧を印加したところ、素子前方（図5では下方）に対して指向性を有する緑色発光が得られた。駆動電圧を上げて注入電流を 100 mA/cm^2 にすると 5000 cd/m^2 の高輝度の発光が得られた。この初期輝度試験の結果、得られた半減寿命、つまり駆動開始から輝度が初期値の半分に減少するまでの時間が100時間となった。比較例2として実施例2と同じ構造で補助電極のみ存在しない素子を形成し、同一駆動条件下でその半減寿命を調べたところ上記実施例2の半減寿命100時間の3分の1程度しかなかった。このことから、導電率の高い補助電極を形成することにより素子の特性劣化が抑制され、素子の

寿命を長くすることが可能であることが理解できる。

【0029】〔その他〕本発明において補助電極の材料や、有機層に用いられる有機化合物材料などは上述した実施形態、実施例に示したものには限られない。補助電極はA1薄膜には限られず、高導電率な金属材料であればよく、より好ましくは放熱機能を発揮させるため熱伝導率も高い材料であればよい。発光層を含む有機層は、以上の実施形態及び実施例では比較的低分子の有機化合物を蒸着によって形成した場合を想定しているが、材料及び形成方法はこれに限られない。例えば、低分子系有機化合物に限らず、その他ポリパラフェニレンビニレンやポリフルオレン系の高分子系有機材料の有機溶剤の溶液から基板上に塗布して形成してもよい。

【0030】また、本発明に係る有機EL素子は、他の有機材料または無機化合物からなる保護膜で覆った状態で使用したり、不活性ガス雰囲気中に素子を封入することにより素子の信頼性をさらに高めることが可能である。封止は、図1及び図4に示されるような構成において、金属電極16側から封止キャップを素子に被せて接着することで行われるが、封止空間中に封止されるのは不活性ガスだけでなくシリコン系の液体やフッ素系の液体であってもよい。これらの液体を封止空間内に封入して素子の背面側で（金属電極側で）熱伝導性を向上させることも可能で、素子の放熱をさらに効率的に行うことが可能となる。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように、この発明においては、透明電極に接続された高導電性材料から形成された補助電極を設けることにより、大電流を有機EL素子に

流しても透明電極でのジュール熱発生を抑制できる。よって、発熱による素子特性の劣化を防ぐことが可能となる。

【0032】また、補助電極が不透明であっても、素子からの発光光を外部に十分射出可能な開口部を有するパターンとすれば、補助電極の存在による輝度低下を抑制できる。また、補助電極として、高導電性であると共に熱伝導率のよい材料を用いることにより、発生したジュール熱を補助電極によって素子外に放射することも可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1に係る有機EL素子の概略断面構成を示す図である。

【図2】 本発明の補助電極のパターン例を示す平面概念図である。

【図3】 実施例1と比較例1に係る有機EL素子の輝度の経時変化を示す図である。

【図4】 本発明の実施形態2に係る微小光共振型有機EL素子の概略断面構成を示す図である。

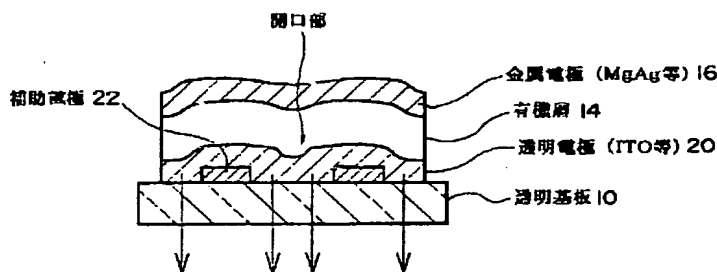
【図5】 本発明の実施形態2に係る素子を用いて形成した単純マトリクス型ディスプレイの概略構成を示す図である。

【図6】 従来知られた有機EL素子の断面構成を示す図である。

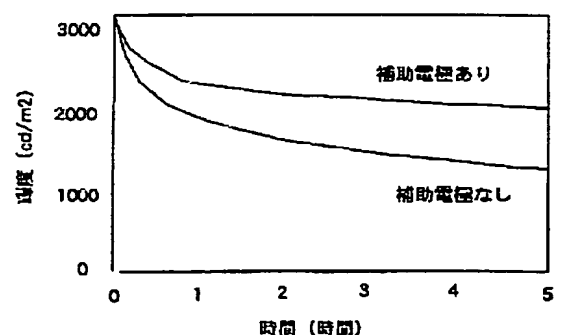
【符号の説明】

10 透明基板、14 有機層、16 金属電極（陰極）、20 透明電極（ITO等）、22 補助電極、30 誘電体ミラー。

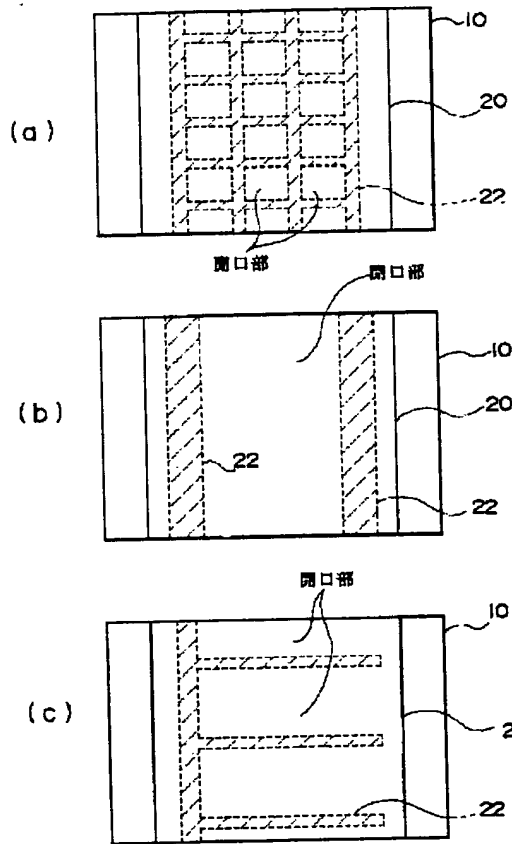
【図1】



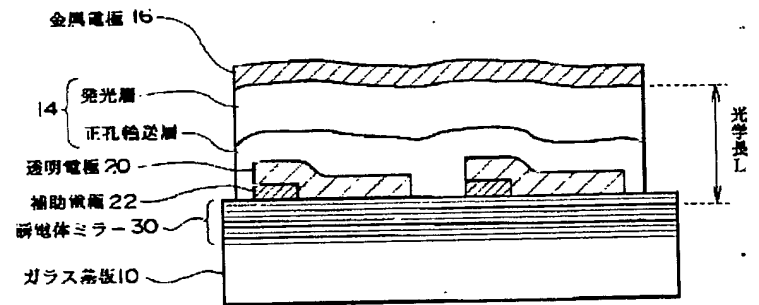
【図3】



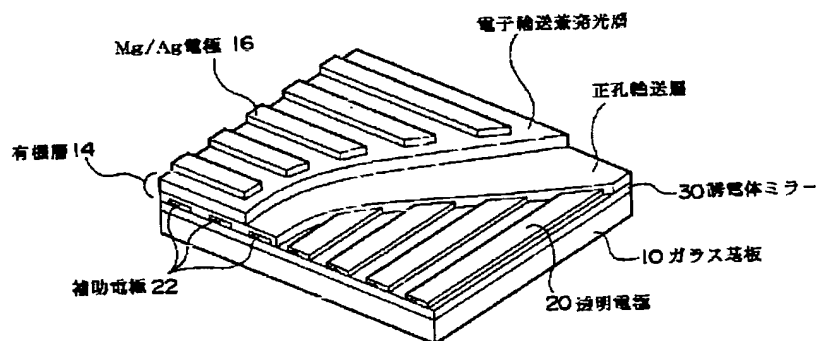
【図2】



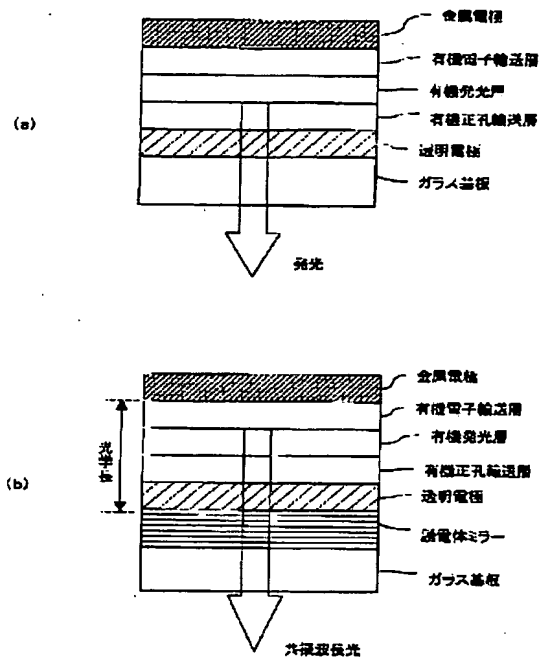
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 三浦 篤志
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 多賀 康訓
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内
Fターム(参考) 3K007 AB00 AB02 AB06 AB14 BA06
BB00 BB04 CA01 CB00 CB01
CC04 DA00 DB03 EB00 FA01
5F041 AA44 CA45 CA91 CA98 FF01

THIS PAGE BLANK (USPTO)